

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. April 2001 (05.04.2001)

PCT

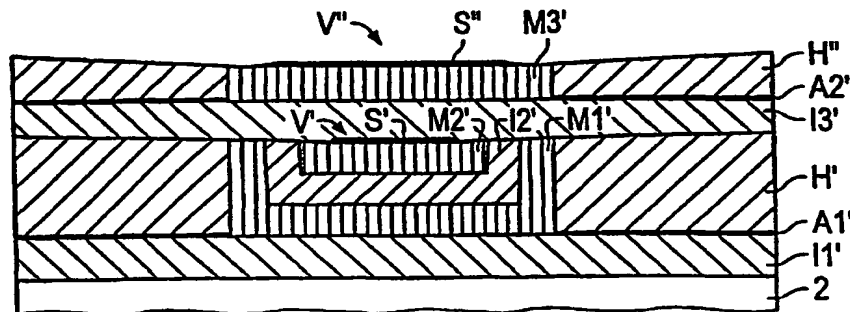
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/24361 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H03H 3/02 (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/09521 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): AIGNER, Robert
(22) Internationales Anmeldedatum: 28. September 2000 (28.09.2000) [AT/DE]; Einsteinstr. 104/8-13, 81675 München (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch ELBRECHT, Lüder [DE/DE]; Theodor-Dombart-Str. 1, 80805 München (DE). MARKSTEINER, Stephan
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch [AT/DE]; Gustav-Heinemann-Ring 39, D-81739 München
(30) Angaben zur Priorität: 199 47 081.2 30. September 1999 (30.09.1999) DE (DE). SÄNGER, Annette [DE/DE]; Rosenheimer Str. 79,
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von 81667 München (DE). TIMME, Hans-Jörg [DE/DE];
US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.- Putzbrunner Str. 90, 85521 Ottobrunn (DE).
Martin-Str. 53, 81669 München (DE). (74) Anwälte: GINZEL, Christian usw.; Postfach 330 920,
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US. 80069 München (DE).
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACOUSTIC MIRROR AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: AKUSTISCHER SPIEGEL UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG



(57) Abstract: The acoustic mirror is essentially comprised of at least one first insulating layer (I1'), a first metal layer (M1') arranged thereon, a second insulating layer arranged thereon (I2') and a second metal layer (M2') arranged thereon. An auxiliary layer (H') is produced on the first insulating layer (I1') whereby a recess (V') extending as far as the first insulating layer (I1') is created therein. The first metal layer (M1') is substantially deposited and removed by chemical/mechanical polishing until the parts of the first metal layer (M1') arranged outside the recess (V') are no longer present. The second metal layer (M2') is also produced in a recess (V') with the aid of chemical/mechanical polishing. More than two insulating layers (I1', I2') and two metal layers (M1', M2') can be provided. The first metal layer (M1') and the second metal layer (M2') can be produced in the same recess (V').

(57) Zusammenfassung: Der akustische Spiegel besteht im wesentlichen mindestens aus einer ersten isolierenden Schicht (I1'), einer darüber angeordneten ersten Metallschicht (M1'), einer darüber angeordneten zweiten isolierenden Schicht (I2') und einer darüber angeordneten zweiten Metallschicht (M2'). Auf der ersten isolierenden Schicht (I1') wird eine Hilfsschicht (H') erzeugt, in der eine bis zur ersten isolierenden Schicht (I1') reichende Vertiefung (V') erzeugt wird. Die erste Metallschicht (M1') wird ganzflächig abgeschieden und durch chemisch-mechanisches Polieren abgetragen, bis ausserhalb der Vertiefung (V') angeordnete Teile der ersten Metallschicht (M1') entfernt werden. Auch die zweite Metallschicht (M2') wird mit Hilfe von chemisch-mechanischem Polieren in einer Vertiefung (V') erzeugt. Es können mehr als zwei isolierende Schichten (I1', I2') und zwei Metallschichten (M1', M2') vorgesehen sein. Die erste Metallschicht (M1') und die zweite Metallschicht (M2') können in derselben Vertiefung (V') erzeugt werden.

WO 01/24361 A1



Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Akustischer Spiegel und Verfahren zu dessen Herstellung.

- 5 Die Erfindung betrifft einen akustischen Spiegel, der akustische Wellen eines definierten Frequenzbereichs reflektiert.

Ein solcher akustischer Spiegel wird beispielsweise in B. Olutade et al, „Sensitivity Analysis of Thin Film Bulk Acoustic Resonator Ladder Filter“, IEEE International Frequency Control Symposium 1997, 737, beschrieben. Der akustische Spiegel besteht aus einem Stapel von Dünnschichten mit abwechselnd hoher und niedriger akustischer Impedanz. Die Dicke der Dünnschichten beträgt beispielsweise ein Viertel der Wellenlänge der zu reflektierenden akustischen Wellen in der jeweiligen Dünnschicht. Vorzugsweise ist die Herstellung des akustischen Spiegels möglichst kompatibel zu Silizium-Prozeßtechniken, damit der akustische Spiegel zusammen mit anderen Bauelementen auf einem Chip integriert werden können.

20

Aus Y. Hayashi et al., „Nitride Masked Polishing (NMP) Technique for Surface Planarization of Interlayer-Dielectric Films“, Ext. Abstr. of the 1992 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials, Tsukuba (1992) 533 ist bekannt, zum Erzeugen einer möglichst planaren Oberfläche einer Schicht aus Borphosphorsilikatglas (BPSG), die ein erhöhtes Zellenfeld und eine Peripherie einer Speicherzellenanordnung bedeckt, eine Stopschicht aus Siliziumnitrid auf einen Teil der Schicht aus BPSG oberhalb der Peripherie aufzubringen und anschließend chemisch-mechanisch zu planarisieren. Vor der Planarisierung ist ein Teil der Schicht aus BPSG oberhalb des Zellenfeldes erhöht. Dieser Teil wird aufgrund der Stopschicht selektiv zum Teil der Schicht aus BPSG oberhalb der Peripherie beim Planarisieren entfernt.

35

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, einen akustischen Spiegel anzugeben, dessen Herstellung kompatibel zu Silizium-

2

Prozeßtechniken ist und der im Vergleich zum Stand der Technik eine besonders hohe Reflektivität aufweisen kann. Ferner soll ein Verfahren zur Herstellung eines solchen akustischen Spiegels angegeben werden.

5

Das Problem wird gelöst durch einen akustischen Spiegel gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren zur Herstellung eines akustischen Spiegels gemäß Anspruch 7.

10 Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den übrigen Ansprüchen hervor.

Die Reflektivität ist umso höher je größer der Unterschied zwischen den akustischen Impedanzen der Schichten des akustischen Spiegels ist. Metallschichten weisen eine besonders hohe Impedanz auf. Aufgrund der Verwendung von Metallschichten kann die Reflektivität des akustischen Spiegels besonders hoch sein.

15 20 Akustische Wellen werden durch einen Stapel reflektiert, der aus den isolierenden Schichten und den Metallschichten besteht. Die von den Dicken der Schichten erfüllte Reflexionsbedingung besteht beispielsweise darin, daß eine unter einem bestimmten Winkel auf das Substrat einfallende akustische Welle mit einer bestimmten Frequenz von den Schichten besonders gut reflektiert wird.

Die Dicken der isolierenden Schichten und der Metallschichten betragen vorzugsweise jeweils im wesentlichen $\lambda/4$, wobei λ die Wellenlänge einer akustischen Welle in der jeweiligen Schicht ist, die bei senkrechtem Einfall auf das Substrat besonders gut reflektiert wird. Die Wellenlänge hängt bei gleicher Frequenz der Welle von der Impedanz und von der spezifischen Dichte des Materials, das die Welle passiert, ab.

35

Die isolierenden Schichten weisen eine niedrige akustische Impedanz auf, während die Metallschichten eine hohe akusti-

sche Impedanz aufweisen. Die Dicken der Metallschichten sind also vorzugsweise gleich. Dasselbe gilt für die isolierenden Schichten. Die isolierenden Schichten und die Metallschichten haben jedoch in der Regel unterschiedliche Dicken.

5

Die unterste Schicht des Stapels ist beispielsweise eine der isolierenden Schichten.

Die oberste Schicht des Stapels ist vorzugsweise eine der Metallschichten.

10

Die Schichten des Stapels werden im wesentlichen konform aufgebracht.

Zueinander benachbarte der Schichten des Stapels grenzen vorzugsweise aneinander an. Es können zwischen den zueinander benachbarten Schichten jedoch auch im Vergleich zu den Schichten sehr dünne Zwischenschichten, z.B. Diffusionsbarrieren, angeordnet sein.

20

Da die Metallschichten in mindestens einer Vertiefung erzeugt werden, weisen die Metallschichten kleinere horizontale Flächen auf als das Substrat. Die Kapazität des akustischen Spiegels, die durch die Metallschichten gebildet wird, ist im Vergleich zu einem akustischen Spiegel, bei dem die Metallschichten das ganze Substrat bedecken, kleiner.

25

Eine Metallschicht, die das ganze Substrat bedeckt, bewirkt aufgrund eines hohen Schichtstreß eine Verbiegung des Substrats, die umso stärker ist je dicker die Metallschicht ist. Beim erfindungsgemäßen akustischen Spiegel wird die Verbiegung des Substrats vermieden, da die Metallschichten nicht das gesamte Substrat bedeckt, sondern nur in einer oder mehreren Vertiefung angeordnet ist.

30

Die Metallschichten werden jeweils zunächst ganzflächig abgeschieden und anschließend durch chemisch-mechanisches Polie-

35

ren so strukturiert, daß sie innerhalb der jeweils zugehörigen Vertiefung angeordnet sind. Durch chemisch-mechanisches Polieren kann das Metall besser strukturiert werden als durch Ätzen mit Hilfe eines photolithographischen Prozesses. Grund
5 dafür ist die Verbiegung des Substrats nach der ganzflächigen Abscheidung der Metallschicht, die zu Problemen bei photolithographischen Prozessen führt. Beispielsweise können bei einer starken Verbiegung Justiermarken zum Justieren von Masken nicht gefunden werden. Bei Verbiegung des Substrats ist darüber
10 hinaus eine scharfe Abbildung bei Belichtung zur Erzeugung der Masken aus Photolack nicht mehr möglich. Beim erfindungsgemäßen Verfahren kann die Vertiefung mit Hilfe eines photolithographischen Verfahrens vor Abscheidung der Metallschicht, das heißt bei unverbogenem Substrat erzeugt werden.
15 Die Form der Vertiefung definiert die Form der Metallschicht.

Das Verfahren ermöglicht die gleichzeitige Erzeugung von Kontakten oder Leitungen, die ebenfalls auf dem Substrat erzeugt werden, indem die Hilfsschicht entsprechend strukturiert wird
20 und die dabei erzeugten Vertiefungen bzw. Kontaktlöcher durch das Abscheiden und das chemisch-mechanische Polieren der Metallschicht gefüllt werden. Auch hier erfolgt die erforderliche Lithographie bei unverbogenem Substrat.

25 Durch das Vorsehen der Hilfsschicht, die die Metallschicht umgibt, existiert zwischen einem Bereich, in dem die Metallschicht angeordnet ist, und einem Bereich, der neben der Metallschicht angeordnet ist, kein oder ein geringerer Höhenunterschied als wenn die Metallschicht durch Ätzen strukturiert
30 worden wäre. Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren treten also keine Topologieprobleme auf. Beim Ätzen von Metall mit Hilfe eines photolithographischen Verfahrens zur Erzeugung der Metallschicht ohne Verwendung der Hilfsschicht und der Vertiefung wird hingegen eine Stufe gebildet, durch die es zu
35 Problemen bei Abscheidung weiterer Schichten bzw. bei photolithographischen Verfahren, bei denen sowohl ein Bereich der strukturierten Metallschicht als auch ein daneben angeordnete-

ten Bereich belichtet werden, kommt. Problematisch sind große Höhenunterschiede insbesondere bei photolithographischen Prozeßschritten, da schon beim Aufschleudern des Photolacks keine homogene Schicht ohne Dickenschwankungen erzeugt werden
5 kann. Solche photolithographischen Schritte werden beispielsweise benötigt, wenn auf dem akustischen Spiegel z.B. Elektroden aufgebracht werden sollen.

10 Eine der Metallschichten kann in einer Vertiefung angeordnet sein, in der sonst keine weitere Metallschicht angeordnet ist. In diesem Fall wird nach Erzeugung der Vertiefung die Metallschicht abgeschieden und chemisch-mechanisch planariert. Soll über der Metallschicht eine weitere Metallschicht erzeugt werden, so wird auf der Hilfsschicht eine der isolie-
15 renden Schichten erzeugt und darüber eine weitere Hilfsschicht mit einer Vertiefung, die über der Vertiefung der Hilfsschicht angeordnet ist und die weitere Hilfsschicht durchtrennt. Die weitere Metallschicht wird in der Vertiefung der weiteren Hilfsschicht erzeugt.

20 Innerhalb der Vertiefung sind keine weitere Metallschicht und keine der isolierenden Schichten angeordnet. Da die Metallschicht durch chemisch-mechanisches Polieren strukturiert wird, ist die Tiefe der Vertiefung gleich oder größer als die
25 Dicke der strukturierten Metallschicht. Vorzugsweise füllt die Metallschicht die Vertiefung im wesentlichen auf.

Eine obere Oberfläche der Metallschicht kann jedoch auch tiefer liegen als eine obere Oberfläche der Hilfsschicht. In
30 diesem Fall füllen die Metallschicht und ein Teil der darüber angeordneten isolierenden Schicht die Vertiefung im wesentlichen auf. Da die isolierende Schicht auf der Hilfsschicht und der Metallschicht angeordnet ist, ist auch in diesem Fall die isolierende Schicht nicht innerhalb der Vertiefung angeord-
35 net. Nur ein Teil der isolierenden Schicht ist innerhalb der Vertiefung angeordnet.

Es können z.B. alle Metallschichten jeweils in einer Vertiefung erzeugt werden. Die Vertiefungen sind übereinander angeordnet. Zwischen jeweils zwei der Hilfsschichten ist eine der isolierenden Schichten angeordnet.

5

Zur Verkleinerung des Prozeßaufwands ist es vorteilhaft, wenn mindestens zwei der Metallschichten und eine dazwischen angeordnete der isolierenden Schichten in derselben Vertiefung erzeugt werden. Dazu werden nach Erzeugung der Vertiefung ganzflächig zunächst die eine Metallschicht, dann die isolierende Schicht und dann die weitere Metallschicht abgeschieden. Anschließend werden die Metallschichten und die isolierende Schicht durch chemisch-mechanisches Polieren in einem Schritt abgetragen bis außerhalb der Vertiefung angeordnete Teile der beiden Metallschichten und der isolierenden Schicht entfernt werden.

10

15

20

Die unterste Schicht der Schichten, die in der Vertiefung erzeugt werden, kann eine andere der isolierenden Schichten oder eine der beiden Metallschichten sein.

25

Zur Erhöhung der Reflektivität des akustischen Spiegels können auch mehr als zwei Metallschichten in derselben Vertiefung erzeugt werden. Dazu muß die Hilfsschicht noch dicker gebildet werden und weitere isolierende Schichten und Metallschichten abgeschieden werden.

30

Die Tiefe der Vertiefung ist gleich oder größer als die Summe der Dicken aller innerhalb der Vertiefung angeordneten Schichten.

35

Eine horizontale Fläche der Metallschichten ist beispielsweise zwischen $(20 \times 20) \mu\text{m}^2$ und $(400 \times 400) \mu\text{m}^2$ groß. Bei solchen großen Flächen kann ein Effekt beim chemisch-mechanischen Polieren auftreten, der als Dishing bezeichnet wird. Dabei werden beim Dünnen großer Bereiche mittlere Teile stärker abgetragen als außen liegende Teile. Zur Verhinderung von Dishing

ist es vorteilhaft, wenn auf der Metallschicht, die beim chemisch-mechanischen Polieren freiliegen würde, eine Stopschicht aufgebracht wird. Die Dicke der Stopschicht beträgt vorzugsweise zwischen 30nm und 100 nm oder ist mindestens 5 mal kleiner als die Dicke der Metallschicht. Die Stopschicht besteht aus einem Material, das bei dem chemisch-mechanischen Polieren des Metalls kaum angegriffen wird. Außerhalb der Vertiefung angeordnete Teile der Stopschicht werden entfernt. Anschließend wird die Metallschicht selektiv zur Stopschicht chemisch-mechanisch poliert. Die Stopschicht verhindert dabei, daß aufgrund von Dishing auch Teile der Metallschicht innerhalb der Vertiefung abgetragen werden. Die Tiefe der Vertiefung sollte dabei nicht kleiner sein als die Summe aller darin angeordneten Schichten inklusive der Stopschicht.

Werden mehrere Metallschichten in derselben Vertiefung erzeugt, so bedeckt die Stopschicht die oberste Metallschicht.

Die Stopschicht besteht beispielsweise aus Titan, TiN oder Siliziumnitrid.

Die Stopschicht kann beispielsweise durch chemisch-mechanisches Polieren strukturiert werden. Alternativ wird die Stopschicht durch ein photolithographisches Verfahren strukturiert. Als Methode ist dabei zum Beispiel Trockenätzen geeignet.

Nach Strukturierung der Metallschichten können die darauf angeordneten Stopschichten entfernt werden.

Die Metallschichten bestehen beispielsweise aus Wolfram. Alternativ können die Metallschichten aus Molybdän oder Platin bestehen.

Die isolierenden Schichten bestehen beispielsweise aus SiO₂ oder aus Siliziumnitrid.

Die Hilfsschichten bestehen beispielsweise aus SiO_2 oder aus Siliziumnitrid.

- 5 Damit die Vertiefungen eine definierte Tiefe erhalten, können die Hilfsschichten selektiv zu den isolierenden Schichten ätzbar sein. Zur Erzeugung der Vertiefungen werden die Hilfsschichten selektiv zu den isolierenden Schichten geätzt.
- 10 Alternativ wird zwischen der Hilfsschicht und der darunter angeordneten isolierenden Schicht eine Ätzstopschicht erzeugt, die selektiv zur Hilfsschicht ätzbar ist. Zur Erzeugung der Vertiefung wird die Hilfsschicht selektiv zur Ätz-
- 15 stopschicht geätzt bis ein Teil der Ätzstopschicht freigelegt wird.

Der Teil der Ätzstopschicht kann anschließend entfernt werden oder wirkt als Teil der isolierenden Schicht.

- 20 Vorzugsweise sind zwei oder drei Metallschichten vorgesehen.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

- 25 Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch ein erstes Substrat, nachdem eine erste isolierende Schicht, eine erste Ätzstopschicht, eine erste Hilfsschicht, eine erste Vertiefung, eine erste Metallschicht und eine erste
- 30 Stopschicht erzeugt wurden.

- Figur 2 zeigt den Querschnitt aus Figur 1, nachdem die Stopschicht strukturiert wurde.

- Figur 3 zeigt den Querschnitt aus Figur 2, nachdem die erste
- 35 Metallschicht strukturiert wurde.

Figur 4 zeigt den Querschnitt aus Figur 3, nachdem eine zweite isolierende Schicht, eine zweite Ätzstoppschicht, eine zweite Hilfsschicht, eine zweite Vertiefung, eine zweite Metallschicht und eine zweite Stopschicht erzeugt und strukturiert wurden.

Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch ein zweites Substrat, nachdem eine erste isolierende Schicht, eine erste Ätzstoppschicht, eine Hilfsschicht, eine Vertiefung, eine erste Metallschicht, eine zweite isolierende Schicht, eine zweite Metallschicht und eine Stopschicht erzeugt wurden.

Figur 6 zeigt den Querschnitt aus Figur 5, nachdem die erste Metallschicht, die zweite isolierende Schicht und die zweite Metallschicht strukturiert wurden.

Figur 7 zeigt den Querschnitt aus Figur 6, nachdem eine weitere isolierende Schicht, eine zweite Ätzstoppschicht, eine weitere Hilfsschicht, eine weitere Vertiefung, eine weitere Metallschicht und eine weitere Stopschicht erzeugt wurden.

Die Figuren sind nicht maßstabsgetreu.

In einem ersten Ausführungsbeispiel ist als Ausgangsmaterial ein erstes Substrat 1 aus Silizium vorgesehen (siehe Figur 1).

Auf dem ersten Substrat 1 wird eine ca. 0,8 μm dicke erste isolierende Schicht I1 aus SiO_2 erzeugt (siehe Figur 1).

Auf der ersten isolierenden Schicht I1 wird eine ca. 100nm dicke erste Ätzstoppschicht A1 aus Siliziumnitrid erzeugt. Darüber wird eine ca. 0,9 μm dicke erste Hilfsschicht H1 aus SiO_2 erzeugt (siehe Figur 1).

Mit Hilfe einer ersten Photolackmaske (nicht dargestellt) wird in der ersten Hilfsschicht H1 eine erste Vertiefung V1 erzeugt, indem zunächst SiO₂ selektiv zu Siliziumnitrid geätzt wird bis ein Teil der Ätzstoppschicht freigelegt wird, und anschließend der Teil der Ätzstoppschicht A1 selektiv zu SiO₂ entfernt wird. Die erste Vertiefung V1 durchtrennt die erste Hilfsschicht H1 und die Ätzstoppschicht A1. Die erste Vertiefung V1 weist einen quadratischen horizontalen Querschnitt mit einer Seitenlänge von ca. 200 µm auf (siehe Figur 1). Die erste Vertiefung V1 reicht bis zur ersten isolierenden Schicht I1.

Zur Erzeugung einer ersten Metallschicht M1 wird Wolfram in einer Dicke von ca. 0,7 µm abgeschieden (siehe Figur 1). Darüber wird eine ca. 50 nm dicke erste Stoppschicht S1 aus Titan erzeugt.

Durch chemisch-mechanisches Polieren der ersten Stoppschicht S1 selektiv zur ersten Metallschicht M1 werden außerhalb der ersten Vertiefung V1 angeordnete Teile der ersten Stoppschicht S1 entfernt (siehe Figur 2).

Anschließend wird die erste Metallschicht M1 selektiv zur ersten Hilfsschicht H1 und zur Stoppschicht S1 durch chemisch mechanisches Polieren abgetragen, bis außerhalb der ersten Vertiefung V1 angeordnete Teile der ersten Metallschicht M1 entfernt werden (siehe Figur 3). Die strukturierte erste Metallschicht M1 und die strukturierte erste Stoppschicht S1 sind innerhalb der ersten Vertiefung V1 angeordnet.

Auf der ersten Hilfsschicht H1 und der mit der ersten Stoppschicht S1 bedeckten ersten Metallschicht M1 wird eine ca. 1,6 µm dicke zweite isolierende Schicht I2 aus SiO₂ erzeugt (siehe Figur 4).

Darüber wird eine ca. 100nm dicke zweite Ätzstoppschicht A2 aus Siliziumnitrid erzeugt. Darüber wird eine 0,9µm dicke

zweite Hilfsschicht H2 aus SiO₂ erzeugt, in der wie bei der ersten Hilfsschicht H1 eine zweite Vertiefung V2 erzeugt wird. Die zweite Vertiefung V2 ist wie die erste Vertiefung V1 ausgestaltet und ist direkt über der ersten Vertiefung V1 angeordnet.

Anschließend werden eine ca. 0.7 µm dicke zweite Metallschicht M2 aus Wolfram und darüber eine ca. 50nm dicke zweite Stopschicht S2 aus Titan erzeugt (siehe Figur 4). Die zweite Stopschicht S2 und die zweite Metallschicht M2 werden wie die erste Stopschicht S1 und die erste Metallschicht M1 durch chemisch-mechanisches Polieren strukturiert (siehe Figur 4).

Durch das beschriebene Verfahren wird ein akustischer Spiegel erzeugt, durch den aufgrund der ersten isolierenden Schicht I1, der ersten Metallschicht M1, der zweiten isolierenden Schicht I2 und der zweiten Metallschicht M2 akustische Wellen mit einer Frequenz von ca. 1,8GHz bei senkrechtem Einfall auf das Substrat 1 besonders gut reflektiert werden können.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel ist als Ausgangsmaterial ein zweites Substrat 2 aus Silizium vorgesehen (siehe Figur 5).

Auf dem zweiten Substrat 2 wird eine ca. 0,8 µm dicke erste isolierende Schicht I1' aus SiO₂ erzeugt.

Auf der ersten isolierenden Schicht I1' wird eine ca. 100nm dicke erste Ätzstopschicht A1' aus Siliziumnitrid erzeugt. Darüber wird eine ca. 2,7 µm dicke erste Hilfsschicht H' aus SiO₂ erzeugt (siehe Figur 5).

Mit Hilfe einer ersten Photolackmaske (nicht dargestellt) wird die erste Hilfsschicht H' strukturiert. Dabei wird zunächst SiO₂ selektiv zur Siliziumnitrid geätzt, bis ein Teil der ersten Ätzstopschicht A1' freigelegt wird. Anschließend wird der Teil der Ätzstopschicht A1' entfernt. Dadurch wird

in der ersten Hilfsschicht H' eine erste Vertiefung V' erzeugt, die bis zur ersten isolierenden Schicht I1' reicht und einen horizontalen Querschnitt aufweist, der quadratisch ist und eine Seitenlänge von ca. 200 µm aufweist.

5

Anschließend wird eine ca. 0,7 µm dicke erste Metallschicht M1' aus Wolfram erzeugt. Darüber wird eine ca. 0,8 µm dicke zweite isolierende Schicht I2' aus SiO₂ erzeugt. Darüber wird eine ca. 0,7 µm dicke zweite Metallschicht M2' aus Wolfram erzeugt (siehe Figur 5).

10

Auf der zweiten Metallschicht M2' wird eine ca. 50 nm dicke erste Stopschicht S' aus Titan erzeugt.

15

Mit Hilfe einer zweiten Photolackmaske (nicht dargestellt) wird die erste Stopschicht S' so strukturiert, daß außerhalb der ersten Vertiefung V' angeordnete Teile der ersten Stopschicht S' entfernt werden (siehe Figur 5).

20

Anschließend werden die zweite Metallschicht M2', die zweite isolierende Schicht I2' und die erste Metallschicht M1' durch chemisch-mechanisches Polieren selektiv zur ersten Stopschicht S' und zur ersten Hilfsschicht H' abgetragen, bis außerhalb der ersten Vertiefung V' angeordnete Teile der zweiten Metallschicht M2', der zweiten isolierenden Schicht I2' und der ersten Metallschicht M1' entfernt werden (siehe Figur 6).

25

Anschließend wird eine ca. 0,8 µm dicke dritte isolierende Schicht I3' aus SiO₂ erzeugt. Auf der dritten isolierenden Schicht I3' wird eine ca. 100nm dicke zweite Ätzstoppschicht A2' aus Siliziumnitrid erzeugt. Darüber wird eine ca. 0,9 µm dicke zweite Hilfsschicht H'' aus SiO₂ erzeugt. Mit Hilfe einer dritten Photolackmaske (nicht dargestellt) wird die zweite Hilfsschicht H'' strukturiert. Dabei wird in der zweiten Hilfsschicht H'' eine zweite Vertiefung V'' erzeugt, die bis zur dritten isolierenden Schicht I3' reicht.

30

35

Anschließend wird eine ca. 0,7 µm dicke dritte Metallschicht M3' aus Wolfram erzeugt. Auf der dritten Metallschicht M3' wird eine ca. 50 nm dicke zweite Stopschicht S'' aus Titan erzeugt (siehe Figur 7). Mit Hilfe einer vierten Photolackmaske (nicht dargestellt) wird die zweite Stopschicht S'' so strukturiert, daß außerhalb der zweiten Vertiefung V'' angeordnete Teile der zweiten Stopschicht S'' entfernt werden. Anschließend wird die dritte Metallschicht M3' durch chemisch-mechanisches Polieren selektiv zur zweiten Stopschicht S'' und zur zweiten Hilfsschicht H'' abgetragen, bis außerhalb der zweiten Vertiefung V'' angeordnete Teile der zweiten Metallschicht M3' entfernt werden (siehe Figur 7).

Durch dieses Verfahren wird ein akustischer Spiegel erzeugt, bei dem akustische Wellen durch die erste isolierende Schicht I1', die erste Metallschicht M1', die zweite isolierende Schicht I2', die zweite Metallschicht M2', die dritte isolierende Schicht I3' und die dritte Metallschicht M3' reflektiert werden.

Die erste Metallschicht M1' bedeckt Flanken und einen Boden der ersten Vertiefung V' ohne die erste Vertiefung V' aufzufüllen.

Es sind viele Variationen der Ausführungsbeispiele denkbar, die ebenfalls im Rahmen der Erfindung liegen. Beispielsweise können Abmessungen der beschriebenen Schichten und Vertiefungen an die jeweiligen Erfordernisse angepaßt werden. Zum Reflektieren von akustischen Wellen mit größeren bzw. kleineren Wellenlängen werden die Dicken der ersten isolierenden Schicht, der zweiten isolierenden Schicht, der ersten Metallschicht und der zweiten Metallschicht größer bzw. kleiner gewählt. Zur besseren Reflektivität können mehr als zwei bzw. drei isolierende Schichten und zwei bzw. drei Metallschichten erzeugt werden. Die Stopschichten können nach dem chemisch-mechanischen Polieren entfernt werden. Für die Metallschicht-

ten, die Hilfsschichten, die Stopschichten, die Ätzstoppschichten und die isolierenden Schichten können auch andere Materialien gewählt werden.

Patentansprüche

1. Akustischer Spiegel,
 - bei dem mindestens zwei isolierende Schichten (I1, I2) und
5 mindestens zwei Metallschichten (M1, M2) auf einem Substrat
 (1) alternierend übereinander angeordnet sind,
 - bei dem die isolierenden Schichten (I1, I2) im wesentlichen
 dieselbe Dicke aufweisen
 - bei dem die Metallschichten (M1, M2) im wesentlichen die-
10 selbe Dicke aufweisen,
 - bei dem die Dicken der isolierenden Schichten (I1, I2) und
 der Metallschichten (M1, M2) derart sind, daß eine Refle-
 xionsbedingung erfüllt wird,
 - bei dem mindestens die Metallschichten (M1, M2) innerhalb
15 mindestens einer Vertiefung (V1, V2) einer Hilfsschicht
 (H1, H2) angeordnet sind.
2. Akustischer Spiegel nach Anspruch 1,
 - mit mindestens zwei Hilfsschichten (H1, H2), in denen je-
20 weils eine Vertiefung (V1, V2) angeordnet ist,
 - bei dem die Vertiefungen (V1, V2) der Hilfsschichten (H1,
 H2) übereinander angeordnet sind,
 - bei dem zwischen jeweils zwei der Hilfsschichten (H1, H2)
 eine der isolierenden Schichten (I2) angeordnet ist,
 - 25 - bei dem mindestens eine der Metallschichten (M1) innerhalb
 der Vertiefung (V1) einer der Hilfsschichten (H1) angeord-
 net ist, innerhalb der sonst keine weitere Metallschicht
 (M2) angeordnet ist,
 - bei dem die Vertiefung (V1) die Hilfsschicht (H1) durch-
30 trennt,
 - bei dem die Hilfsschicht (H1) auf einer der isolierenden
 Schichten (I1) angeordnet ist,
 - bei dem mindestens eine andere der Metallschichten (M2) in-
 nerhalb der Vertiefung (V2) einer anderen der Hilfsschich-
35 ten (H2) angeordnet ist.
3. Akustischer Spiegel nach Anspruch 1 oder 2,

- bei dem mindestens zwei der Metallschichten (M1', M2') und eine dazwischen angeordnete der isolierenden Schichten (I2') innerhalb derselben Vertiefung (V') angeordnet sind,
 - bei dem die unterste der Schichten (M1'), die innerhalb derselben Vertiefung (V') angeordnet sind, einen Boden und Flanken dieser Vertiefung (V') im wesentlichen vollständig bedeckt, so daß ein mittlerer Bereich der untersten Schicht (M1') abgesenkt ist.
4. Akustischer Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
- bei dem auf mindestens eine der Metallschichten (M1), über der keine weitere Metallschicht innerhalb der Vertiefung (V1) angeordnet ist, in der die Metallschicht (M1) angeordnet ist, eine Stopschicht (S1) innerhalb der Vertiefung (V1) angeordnet ist,
 - bei der eine Tiefe der Vertiefung (V1) nicht kleiner als die Summe der Dicken aller Schichten (M1, S1), die in der Vertiefung (V1) angeordnet sind, ist.
5. Akustischer Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
- bei dem zwischen mindestens einer der isolierenden Schichten (I1) und einer der darauf angeordneten Hilfsschichten (H1) eine Ätzstopschicht (A1) angeordnet ist.
6. Akustischer Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
- bei dem die Metallschichten (M1, M2) aus Wolfram bestehen,
 - bei dem die isolierenden Schichten (I1, I2) aus SiO₂ oder aus Siliziumnitrid bestehen.
7. Verfahren zur Erzeugung eines akustischen Spiegels,
- bei dem mindestens zwei isolierende Schichten (I1, I2) und mindestens zwei Metallschichten (M1, M2) auf einem Substrat (1) alternierend übereinander erzeugt werden,
 - bei dem die isolierenden Schichten (I1, I2) mit im wesentlichen derselben Dicke erzeugt werden,
 - bei dem die Metallschichten (M1, M2) mit im wesentlichen derselben Dicke erzeugt werden,

- bei dem die Dicken der isolierenden Schichten (I1, I2) und der Metallschichten (M1, M2) derart sind, daß eine Reflexionsbedingung erfüllt wird,
- bei dem die Metallschichten (M1, M2) so erzeugt werden, daß sie jeweils nach Erzeugung mindestens einer Hilfsschicht (H1, H2), in der eine Vertiefung (V1, V2) erzeugt wird, ab-
5 geschieden und durch chemisch-mechanisches Polieren abgetragen werden, bis außerhalb der Vertiefung (V1, V2) angeordnete Teile der jeweiligen Metallschicht (M1, M2) entfernt werden.
10

8. Verfahren nach Anspruch 7,

- bei dem mindestens zwei Hilfsschichten (H1, H2) erzeugt werden, in denen jeweils eine Vertiefung (V1, V2) so erzeugt wird, daß die Vertiefungen (V1, V2) der Hilfsschichten (H1, H2) übereinander angeordnet sind,
15
- bei dem zwischen jeweils zwei der Hilfsschichten (H1, H2) eine der isolierenden Schichten (I2) erzeugt wird,
- bei dem mindestens eine der Metallschichten (M1) innerhalb einer Vertiefung (V1) einer der Hilfsschichten (H1) erzeugt wird, innerhalb der sonst keine weitere Metallschicht erzeugt wird,
20
- bei dem die Vertiefung (V1) die Hilfsschicht (H1) durchtrennt,
- bei dem die Hilfsschicht (H1) auf einer der isolierenden Schichten (I1) erzeugt wird,
25
- bei dem mindestens eine weitere der Metallschichten (M2) innerhalb der Vertiefung (V2) einer weiteren der Hilfsschichten (H2) erzeugt wird.
30

9. Verfahren nach Anspruch 8,

- bei dem eine weitere der isolierenden Schichten (I2) auf der Hilfsschicht (H1) erzeugt wird,
- bei dem die weitere Hilfsschicht (H2) auf der weiteren isolierenden Schicht (I2) erzeugt wird,
35

- bei dem die Vertiefung (V2), die in der weiteren Hilfschicht (H2) erzeugt wird, bis zur zweiten isolierenden Schicht (I2) reicht,
 - bei dem die weitere Metallschicht (M2) abgeschieden wird und durch chemisch-mechanisches Polieren abgetragen wird, bis außerhalb der Vertiefung (V2) der weiteren Hilfsschicht (H2) angeordnete Teile der weiteren Metallschicht (M2) entfernt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
- bei dem nach Erzeugung der Vertiefung (V') mindestens zwei der Metallschichten (M1', M2') und eine dazwischen angeordnete der isolierenden Schichten (I2') abgeschieden werden,
 - bei dem die beiden Metallschicht (M1', M2') und die isolierende Schicht (I2') durch chemisch-mechanisches Polieren abgetragen werden, bis außerhalb der Vertiefung (V') angeordnete Teile der Metallschichten (M1', M2') und der isolierende Schicht (I2') entfernt werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10
- bei dem nach dem Abscheiden und vor Abtragen mindestens einer der Metallschichten (M1), über der keine weitere Metallschicht innerhalb der Vertiefung (V1) erzeugt wird, in der die Metallschicht (M1) erzeugt wird, eine Stopschicht (S1) innerhalb der Vertiefung (V1) aufgebracht wird,
 - bei dem eine Tiefe der Vertiefung (V1) nicht kleiner als die Summe der Dicken aller Schichten (M1, S1), die in der Vertiefung (V1) angeordnet sind, ist,
 - bei dem Teile der Stopschicht (S1), die außerhalb der Vertiefung (V1) angeordnet sind, entfernt werden,
 - bei dem die Metallschicht (M1) selektiv zur Stopschicht (S1) durch chemisch-mechanisches Polieren abgetragen wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11,
- bei dem zwischen mindestens einer der isolierenden Schichten (I1) und einer der darauf angeordneten Hilfsschichten (H1) eine Ätzstopschicht (A1) erzeugt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12,
- bei dem die Metallschichten (M1, M2) aus Wolfram erzeugt werden,
- 5 - bei dem die isolierenden Schichten (I1, I2) aus SiO₂ oder aus Siliziumnitrid erzeugt werden.

1/2

FIG 1

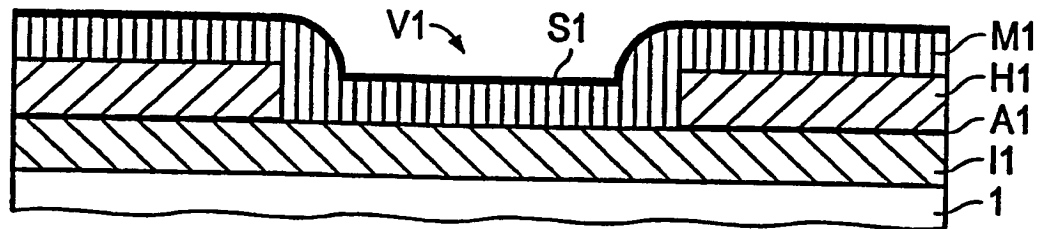


FIG 2

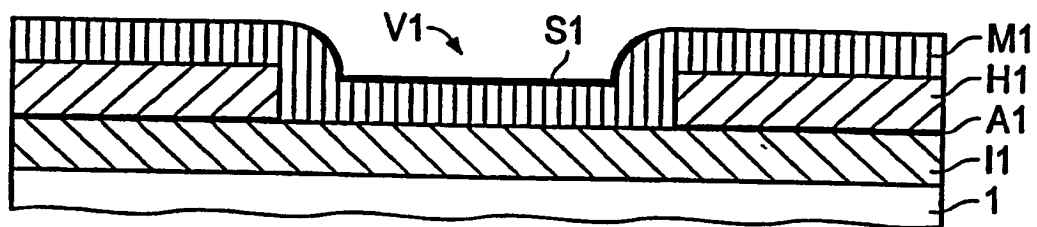


FIG 3

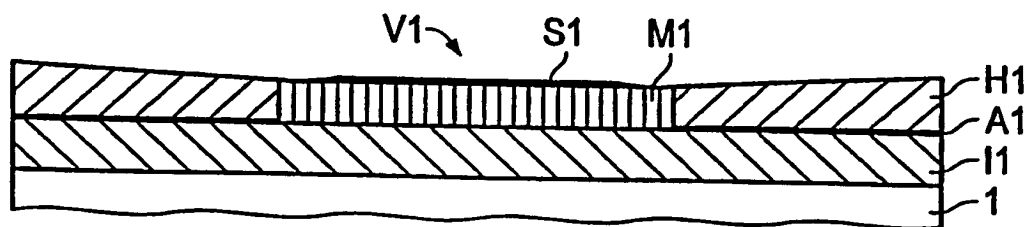
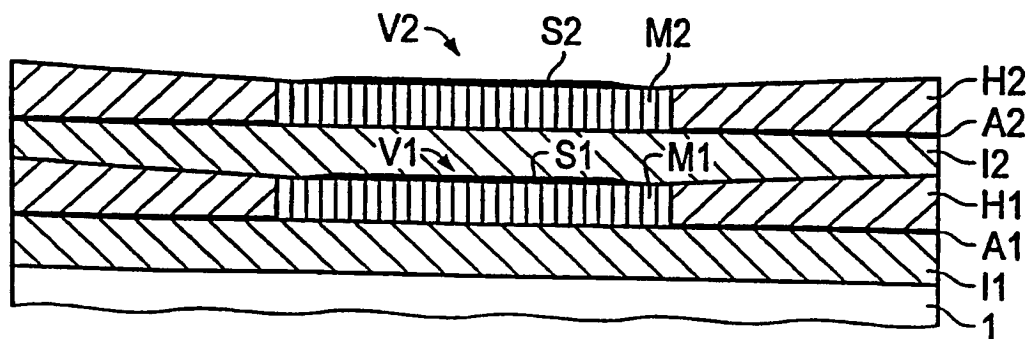


FIG 4



2/2

FIG 5

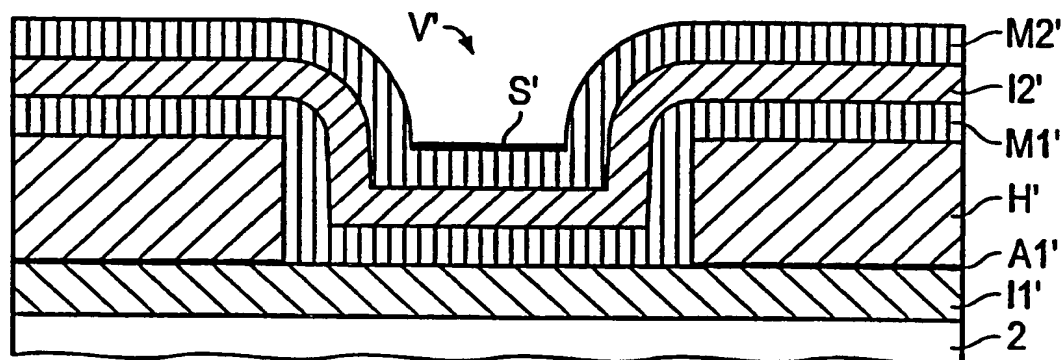


FIG 6

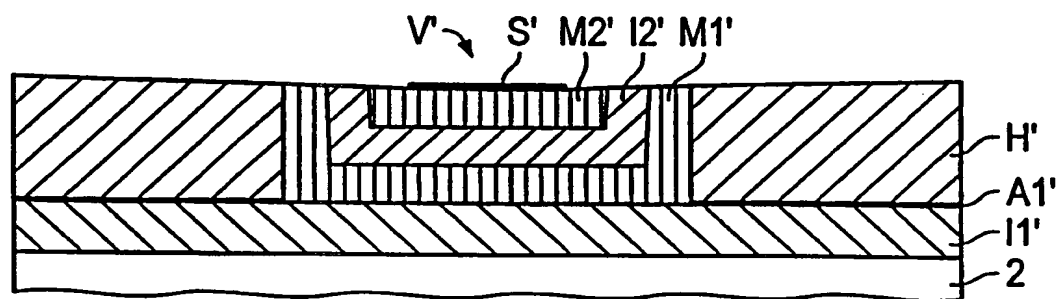
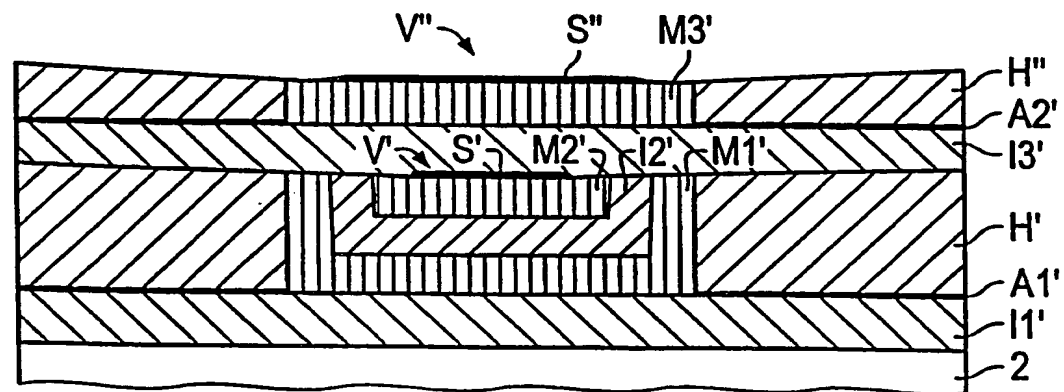


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 00/09521

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H03H3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | US 5 821 833 A (LAKIN KENNETH M) 13 October 1998 (1998-10-13) column 3, line 49 -column 4, line 10; figure 3 | 1,6,7,13 |
| A | <p style="text-align: center;">---</p> <p>DUBOIS M -A ET AL: "Solidly mounted resonator based on aluminum nitride thin film", 1998 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM. PROCEEDINGS (CAT. NO. 98CH36102), 1998 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM. PROCEEDINGS, SENDAI, JAPAN, 5-8 OCT. 1998, 1998, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, USA, PAGE(S) 909 - 912 VOL.1 XP002154875 ISBN: 0-7803-4095-7 page 909, column 1, line 27 -column 2, line 2; figure 1 page 910, column 2, line 1 - line 25</p> <p style="text-align: center;">---</p> <p style="text-align: center;">-/-</p> | 1,6,7,13 |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 December 2000

Date of mailing of the international search report

22/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Anderson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern ial Application No

PCT/EP 00/09521

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | <p>OLUTADE B L ET AL: "SENSITIVITY ANALYSIS OF A THIN FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR LADDER FILTER"</p> <p>IEEE INTERNATIONAL FREQUENCY CONTROL SYMPOSIUM,US,NEW YORK, NY: IEEE, 28 May 1997 (1997-05-28), pages 737-742, XP000849589</p> <p>ISBN: 0-7803-3729-8</p> <p>cited in the application</p> <p>page 738, column 1, line 16 - line 28; figure 1</p> <p style="text-align: center;">---</p> | 1 |
| A | <p>LAKIN K M ET AL: "DEVELOPMENT OF MINIATURE FILTERS FOR WIRELESS APPLICATIONS"</p> <p>IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST,US,NEW YORK, IEEE, 16 May 1995 (1995-05-16), pages 883-886, XP000536995</p> <p>ISBN: 0-7803-2582-6</p> <p>page 884, column 2, line 8 -page 885, column 2, line 5; figure 2C</p> <p style="text-align: center;">---</p> | 1 |
| A | <p>YOSHIHIRO HAYASHI ET AL: "NITRIDE MASKED POLISHING (NMP) TECHNIQUE FOR SURFACE PLANARIZATION OF INTERLAYER-DIELECTRIC FILMS"</p> <p>INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID STATE DEVICES AND MATERIALS,JA,JAPAN SOCIETY OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, 1 August 1992 (1992-08-01), pages 533-535, XP000312264</p> <p>cited in the application</p> <p style="text-align: center;">-----</p> | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internal Application No

PCT/EP 00/09521

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5821833 A | 13-10-1998 | NONE | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern iales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09521

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H03H3/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H03H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | US 5 821 833 A (LAKIN KENNETH M) 13. Oktober 1998 (1998-10-13) Spalte 3, Zeile 49 -Spalte 4, Zeile 10; Abbildung 3 | 1,6,7,13 |
| A | DUBOIS M -A ET AL: "Solidly mounted resonator based on aluminum nitride thin film", 1998 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM. PROCEEDINGS (CAT. NO. 98CH36102), 1998 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM. PROCEEDINGS, SENDAI, JAPAN, 5-8 OCT. 1998, 1998, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, USA, PAGE(S) 909 - 912 VOL.1 XP002154875 ISBN: 0-7803-4095-7 Seite 909, Spalte 1, Zeile 27 -Spalte 2, Zeile 2; Abbildung 1 Seite 910, Spalte 2, Zeile 1 - Zeile 25 -/-- | 1,6,7,13 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Dezember 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Anderson, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09521

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie ² | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|--|--------------------|
| A | <p>OLUTADE B L ET AL: "SENSITIVITY ANALYSIS OF A THIN FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR LADDER FILTER"</p> <p>IEEE INTERNATIONAL FREQUENCY CONTROL SYMPOSIUM,US,NEW YORK, NY: IEEE, 28. Mai 1997 (1997-05-28), Seiten 737-742, XP000849589</p> <p>ISBN: 0-7803-3729-8</p> <p>in der Anmeldung erwähnt</p> <p>Seite 738, Spalte 1, Zeile 16 - Zeile 28; Abbildung 1</p> <p>---</p> | 1 |
| A | <p>LAKIN K M ET AL: "DEVELOPMENT OF MINIATURE FILTERS FOR WIRELESS APPLICATIONS"</p> <p>IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST,US,NEW YORK, IEEE, 16. Mai 1995 (1995-05-16), Seiten 883-886, XP000536995</p> <p>ISBN: 0-7803-2582-6</p> <p>Seite 884, Spalte 2, Zeile 8 -Seite 885, Spalte 2, Zeile 5; Abbildung 2C</p> <p>---</p> | 1 |
| A | <p>YOSHIHIRO HAYASHI ET AL: "NITRIDE MASKED POLISHING (NMP) TECHNIQUE FOR SURFACE PLANARIZATION OF INTERLAYER-DIELECTRIC FILMS"</p> <p>INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID STATE DEVICES AND MATERIALS,JA,JAPAN SOCIETY OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, 1. August 1992 (1992-08-01), Seiten 533-535, XP000312264</p> <p>in der Anmeldung erwähnt</p> <p>-----</p> | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Aktenzeichen

PCT/EP 00/09521

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 5821833 A | 13-10-1998 | KEINE | |

THIS PAGE BLANK (USPTO)